

Informations complémentaires concernant les détails des disséminations prévues

Dans le but d'organiser et de financer les potentielles libérations de G1 *Ganaspis* cf. *brasiliensis* en plein champ, CABI en collaboration avec le service phytosanitaire du Tessin a développé le projet intitulé « Stratégies de libération de G1 *Ganaspis* cf. *brasiliensis* contre *Drosophila suzukii* ». Le projet a été soumis à l'Office fédéral de l'agriculture, qui a décidé de le soutenir financièrement si la demande de libération du parasitoïde en plein champ est acceptée par l'Office fédéral de l'environnement. Parce qu'il fournit le cadre de la manière dont les lâchers seraient effectués, les principaux aspects du projet sont brièvement décrits ici pour votre convenance.

1. Élevage en masse de G1 *G. cf. brasiliensis* en laboratoire

En Suisse, jusqu'à présent le parasitoïde G1 *G. cf. brasiliensis* n'a été élevé qu'en quantités modérées dans des conditions de laboratoire, suffisantes pour mener les expériences nécessaires liées à sa biosécurité. Cependant, pour libérer le parasitoïde dans différentes régions du pays et en quantités suffisantes pour les expériences mentionnées ci-dessous, il faut l'élever en plus grandes quantités.

Une méthode d'élevage en masse pour G1 *G. cf. brasiliensis* a été développée par la Fondation Edmund Mach à San Michele All'adige TN, Italie. Les connexions avec les chercheurs de l'institut en Italie seront utilisées pour recevoir les protocoles d'élevage et conduire l'élevage de masse dans les installations de quarantaine de niveau 2 de CABI à Delémont. Cette méthode permettra d'élever suffisamment de parasitoïdes pour les expériences proposées ici, mais aussi de faciliter l'élevage pour des lâchers de parasitoïdes dans d'autres régions de Suisse dans le futur.

2. Libération de G1 *G. cf. brasiliensis* dans différentes zones de la Suisse

Selon un modèle écoclimatique (CLIMEX) qui a été développé pour G1 *G. cf. brasiliensis*, en Suisse, les régions tempérées et continentales avec des étés chauds sont prédites comme étant appropriées pour le parasitoïde (CABI, non publié ; mais voir la demande d'autorisation pour la dissémination expérimentale de G1 *G. cf. brasiliensis* en grandes cages de terrain). Physio-géographiquement, cela correspond principalement aux zones de basse altitude du Jura et du Plateau. Les vallées plus chaudes, telles que la vallée du Rhin et le Rhône, étendent encore la distribution potentielle jusque dans les Alpes. En outre, une grande partie du canton du Tessin devrait également convenir au G1 *G. cf. brasiliensis*.

Pour corroborer la précision de modèle CLIMEX, nous proposons de libérer le parasitoïde dans deux régions de Suisse climatiquement et géographiquement différentes : Au sud des Alpes dans le canton du Tessin et au nord des Alpes dans le canton du Jura. En fonction du résultat de la demande adressée à l'OFEV, il est proposé de procéder à des lâchers au début de l'été 2022 et 2023, avec une vérification de l'établissement à la fin de l'été de ces deux années, ainsi qu'avant les lâchers de 2023. Si l'établissement a lieu, le parasitoïde sera donc déjà présent des deux côtés des Alpes.

3. Libération de différentes quantités de parasitoïdes

Contrairement à la lutte biologique augmentative, pour laquelle des agents sont libérés chaque année en grandes quantités, la lutte biologique classique ne nécessite que des libérations inoculatives d'agents. S'il est libéré dans des conditions favorables, dans la bonne région climatique où suffisamment d'hôtes sont disponibles, l'agent devrait s'établir et se reproduire jusqu'à atteindre une taille de population stable à long terme. Toutefois, pour que l'établissement initial soit réussi, l'agent de lutte biologique classique doit être libéré en quantités suffisantes. La littérature scientifique nous apprend que cette quantité est différente pour chaque espèce et peut se situer entre <10 et plusieurs milliers d'individus (Hopper & Roush 1993 ; Fauvergue et al. 2012).

Afin d'étudier la quantité nécessaire à l'établissement réussi de G1 *G. cf. brasiliensis* en Suisse et donc de mener des lâchers efficaces à l'avenir, nous proposons de libérer différentes quantités de parasitoïdes (par exemple 10, 100 et 500 femelles), chacune avec trois réplicas, dans le canton du Jura, ainsi que dans le canton du Tessin. Les quantités exactes de parasitoïdes à libérer dépendront du succès de l'élevage de masse (voir point 1), et de la décision nationale concernant l'autorisation de libérer. Cette expérience sera menée au début de l'été 2022, avec des vérifications d'établissement entreprises à la fin de l'été/début de l'automne de la même année, ainsi qu'au début de l'été 2023.

4. Libération de nouveaux spécimens du Japon

Lorsque, au cours d'enquêtes, des collectes d'ennemis naturels sont effectuées dans la zone d'origine du ravageur, généralement très peu (<100) d'individus sont amenés au laboratoire de quarantaine pour la recherche. Afin d'effectuer les expériences nécessaires aux analyses de risque et d'efficacité, ces espèces sont ensuite élevées dans des conditions de laboratoire constantes pendant de nombreuses générations. Si cette approche est rentable et nécessaire pour la recherche, on sait maintenant qu'elle présente certains inconvénients pour les libérations. Par exemple, la faible diversité génétique initiale peut devenir encore plus faible pendant les goulots d'étranglement de l'élevage en laboratoire et conduire à peu de possibilités d'adaptation aux conditions sur le terrain et à une reproduction efficace. En outre, l'élevage à long terme en laboratoire peut entraîner une sélection involontaire des individus les mieux adaptés aux conditions stables du laboratoire, mais plutôt mal adaptés aux conditions difficiles du terrain. Ainsi, la libération d'ennemis naturels génétiquement diversifiés, qui n'ont été élevés en laboratoire que pendant une courte période, augmente les chances d'établissement et de croissance stable des populations dans de nouveaux environnements.

Nous proposons de nous rendre au Japon en 2022 (si les restrictions de COVID-19 le permettent) et de collecter de nouveaux *G. cf. brasiliensis* à partir de *D. suzukii* attaquant des fruits frais, comme indiqué par Girod et al. (2018). Les parasitoïdes seront amenés dans les installations de quarantaine de niveau 3 du CABI à Delémont et des lignées de femelles uniques (élevage séparé de la descendance par femelle collectée) seront établies. Cette méthode permet de tester la composition génétique de chaque lignée individuelle, en s'assurant que seuls les G1 *G. cf. brasiliensis* sont sélectionnés pour les libérations. L'hiver 2022/2023 sera utilisé pour augmenter les populations de laboratoire jusqu'à un nombre suffisant qui pourra être libéré au début de l'été 2023. Des lâchers dans des zones différentes de celles des parasitoïdes élevés à long terme en laboratoire (mais dans les deux cantons, Jura et Tessin) seront effectués et le succès de l'établissement entre les deux groupes sera comparé lors des enquêtes de la fin de l'été/début de l'automne 2023 et du printemps 2024.

5. Étudier l'hivernage du parasitoïde dans des conditions de terrain en Suisse

Il a été suggéré que *G. cf. brasiliensis* a une diapause facultative induite par les basses températures et passe l'hiver au stade pré-imago à l'intérieur de la caisse nymphale de son hôte (Hougardy et al. 2019). Cependant, jusqu'à présent, cette hypothèse est basée sur des individus élevés en laboratoire seulement et aucune observation n'a été faite dans des conditions de terrain.

Pour étudier la survie et le stade de développement du parasitoïde pendant l'hiver, une expérience est actuellement menée dans des conditions quasi-naturelles dans des cages de terrain (Seehausen et al. accepté). Cependant, nous aimerions ici profiter de l'occasion pour étudier l'hivernage du parasitoïde dans des conditions naturelles en Suisse. Le protocole précis dépendra des résultats de l'expérience en cages de terrain, mais nous proposons d'étudier la survie et le stade de développement du parasitoïde pendant l'hiver, ainsi que le moment de l'émergence au printemps.

Bénéfices potentiels

Jusqu'à présent, les approches pour prévenir et contrôler les dommages causés aux fruits par *D. suzukii* sont très coûteuses en temps et en argent. En particulier, l'industrie suisse des fruits à baies et à noyaux subit des pertes importantes et des dépenses supplémentaires (Knapp et al. 2021). La polyphagie de *D. suzukii* entraîne de fréquentes réinfestations des cultures à partir du milieu naturel, ce qui nécessite souvent des applications fréquentes d'insecticides. La lutte biologique classique contre *D. suzukii* à l'aide du parasitoïde G1 *G. cf. brasiliensis* est très prometteuse pour apporter une solution accessible, respectueuse de l'environnement, long terme et à grande échelle. Des recherches menées en Suisse ont montré que même si quelques parasitoïdes indigènes s'attaquent avec succès à *D. suzukii*, la mortalité qu'ils infligent à l'espèce invasive n'est pas assez élevée pour la contrôler efficacement. Cependant, avec l'introduction du parasitoïde spécialisé coévolué, il y a de fortes chances qu'un équilibre entre le ravageur et son ennemi naturel puisse être restauré, fournissant un complément important aux stratégies de gestion intégrée des ravageurs et réduisant le besoin d'applications d'insecticides et d'autres méthodes de contrôle coûteuses.

Les résultats de ce projet permettront d'augmenter l'efficacité des lâchers du parasitoïde contre *D. suzukii*, en maximisant le taux d'établissement, et donc de faciliter les futurs lâchers dans les régions infestées de Suisse. En plus d'initier les lâchers dans le pays et de développer des stratégies de lâcher de G1 *G. cf. brasiliensis*, les connaissances acquises par la recherche proposée aideront également à augmenter le succès et l'efficacité des futurs programmes de lutte biologique classique en Suisse.

Littérature citée :

- Fauvergue, X., Vercken, E., Malausa, T., Hufbauer, R.A. The biology of small, introduced populations, with special reference to biological control. *Evolutionary Applications* 5, 424-443 (2012).
- Girod, P., Borowiec, N., Buffington, M., Chen, G., Fang, Y., Kimura, M. T., Peris-Felipo, F. J., Ris, N., Wu, H., Xiao, C., Zhang, J., Aebi, A., Haye, T., Kenis, M. The parasitoid complex of *D. suzukii* and other fruit feeding *Drosophila* species in Asia. *Scientific Reports* 8, 11839 (2018).
- Hopper, K.R., Roush, R.T. Mate finding, dispersal, number released, and the success of biological control introductions. *Ecological Entomology* 18, 321-331 (1993).
- Hougardy, E., Hogg, B.N., Wang, X., Daane, K.M. Comparison of thermal performances of two Asian larval parasitoids of *Drosophila suzukii*. *Biological Control* 136, 104000 (2019).
- Knapp, L., Mazzi, D., Finger, R. The economic impact of *Drosophila suzukii*: perceived costs and revenue losses of Swiss cherry, plum and grape growers. *Pest Management Science* 77, 978-1000 (2021).
- Seehausen, M.L., Valenti, R., Fontes, J., Meier, M., Marazzi, C., Mazzi, D., Kenis, M. (accepted) Large-arena field cage releases of a candidate classical biological control agent for spotted wing drosophila suggest low risk to non-target species. *Journal of Pest Science*.

Réponses aux questions générales

S'agit-il d'une nouvelle dissémination expérimentale ou d'une mise en circulation ?

Puisque nous avons déjà effectué un essai de lâcher dans des cages de terrain qui a confirmé la spécificité d'hôte de G1 *Ganaspis* cf. *brasiliensis*, cette prochaine application concerne la mise en circulation du parasitoïde. La "mise en circulation" dans ce contexte ne doit pas être comprise comme une activité commerciale, mais dans le sens d'une libération dans la nature et de l'établissement, de la reproduction et de la dispersion indépendants et permanents de la guêpe. La guêpe ne serait donc pas vendue pour être relâchée, mais simplement relâchée sous contrôle scientifique afin qu'une lutte biologique à long terme et à l'échelle d'une zone contre la drosophile à ailes tachetées puisse avoir lieu sans qu'il soit nécessaire de procéder à des lâchers annuels comme dans le cas de la lutte biologique augmentative.

D'où proviendraient les organismes, c'est-à-dire seraient-ils importés ou produits en Suisse ?

Comme pour les essais en cage, les parasitoïdes pour les libérations en plein champ proviendraient de l'élevage de laboratoire du CABI à Delémont. Cependant, dans le cadre d'un projet potentiel avec l'Office fédéral de l'agriculture (voir description ci-dessus), il est également prévu d'introduire de nouveaux G1 *G. cf. brasiliensis* du Japon. Ceux-ci ne seraient relâchés qu'après un élevage individuel d'au moins deux générations et une analyse ADN permettant d'identifier définitivement le groupe génétique. La raison de cet effort est que le lâcher de parasitoïdes qui ont été élevés dans des conditions de laboratoire pendant une longue période peut diminuer les chances de succès de l'établissement. De plus, de nouveaux parasitoïdes augmenteraient la diversité génétique de la population relâchée, ce qui pourrait également contribuer à augmenter les chances de succès de la lutte biologique.

Qui mettrait les organismes en circulation (requérant) et qui procéderait finalement aux disséminations ?

Le requérant pour les disséminations est le Servizio fitosanitario du canton du Tessin. Les libérations auraient lieu en collaboration avec le CABI à Delémont. Le CABI se chargerait de l'élevage et de la mise à disposition des parasitoïdes et prendrait la direction des libérations ainsi que du monitoring après les libérations. Un accompagnement scientifique des lâchers par Agroscope est souhaité et, si l'intérêt se manifeste, un accompagnement de l'OFEV est bien entendu bienvenu.

Où auraient lieu les lâchers ?

Les lâchers auraient lieu dans un premier temps dans les cantons du Tessin et du Jura. Cela s'explique bien sûr d'abord par des raisons logistiques, puisque le requérant se trouve au Tessin et le CABI dans le Jura. Les réflexions derrière les cantons choisis sont toutefois plus profondes : comme les deux cantons représentent des extrêmes nord-sud dans la répartition de la drosophile à ailes tachetées en Suisse et qu'ils ont aussi des climats fondamentalement différents, ils se prêtent parfaitement à déterminer si le parasitoïde peut effectivement s'installer dans ces climats, comme le prévoient les modèles climatiques. Si c'est le cas, des mesures pourraient alors être prises pour lâcher *G. brasiliensis* aussi dans d'autres cantons.

Les applications se feraient-elles principalement dans l'agriculture (p. ex. vergers) ?

Non, l'objectif des lâchers est de réduire la population de la drosophile à ailes tachetées en Suisse. Etant donné que cette espèce invasive attaque et endommage aussi bien les plantes agricoles que les plantes ornementales et sauvages dans tous les habitats, l'objectif n'est pas d'effectuer les lâchers en priorité dans les vergers. Le principe du contrôle biologique classique est de lâcher des auxiliaires qui se propagent et se reproduisent d'eux-

mêmes dans l'environnement pour s'installer partout où se trouve l'espèce cible. Des libérations pourraient donc avoir lieu partout où la drosophile attaque des fruits, y compris, mais pas exclusivement, dans les vergers.

Y aurait-il des limites spatiales ou géographiques aux zones d'application ?

Comme nous l'avons décrit précédemment, nous partons du principe, dans le cadre de la lutte biologique classique, que l'auxiliaire lâché se propage et se reproduit de lui-même dans l'environnement pour devenir actif partout où l'espèce invasive cause des dégâts. Les lieux des lâchers doivent donc être choisis de manière stratégique afin de favoriser l'établissement, la multiplication, et la dispersion de l'auxiliaire. Une fois installée, c'est une question de temps, et éventuellement de barrières physiques comme les Alpes, pour que l'auxiliaire se propage. Nous effectuerions d'abord des lâchers dans les cantons du Tessin et du Jura et, si l'auxiliaire s'installe avec succès dans ces deux régions, des lâchers pourraient avoir lieu dans d'autres cantons afin d'accélérer la propagation, si cela est souhaité.

Pendant quelle période les lâchers auraient-ils lieu ?

Les lâchers auraient lieu en principe durant les mois où la drosophile pond activement des œufs. Comme l'auxiliaire est un parasitoïde qui attaque les larves et sort des pupes, des larves de la drosophile doivent se trouver dans les fruits pour que le parasitisme et la lutte contre le ravageur soient efficaces. La présence des larves dépend du temps et du climat. On peut toutefois partir du principe qu'elles se trouvent dans les fruits de saison entre mai et septembre. Par conséquent, les libérations seraient effectuées au cours du premier mois approprié après l'acceptation de la demande.

Des lâchers répétés seraient-ils prévus ?

Oui, des études scientifiques ont montré que des lâchers répétés entraînent un succès nettement plus élevé des introductions des auxiliaires. Une question scientifique dans le cadre du projet potentiel avec l'OFAG sur *G. brasiliensis* est de savoir si une répétition des libérations en cours d'année conduit à de meilleures chances de succès de l'établissement de l'auxiliaire. Il est donc prévu de répéter les lâchers au Tessin et dans le Jura en cours d'année, mais aussi pendant au moins deux ans.